

BEST AVAILABLE COPY**Method for monitoring control and/or regulation of a centrifuge**

Patent number: DE10135073
Publication date: 2003-02-13
Inventor: ZETTIER KARL-HEINZ (DE)
Applicant: WESTFALIA SEPARATOR FOOD TEC G (DE)
Classification:
 - International: A01J11/10; A23C9/15; B04B11/02; B04B13/00;
 G01N33/06; A01J11/00; A23C9/00; B04B11/00;
 B04B13/00; G01N33/02; (IPC1-7): B04B5/10;
 A01J11/00; B04B13/00; G01N33/06
 - European: A01J11/10; A23C9/15D; B04B11/02; B04B13/00;
 G01N33/06
Application number: DE20011035073 20010718
Priority number(s): DE20011035073 20010718

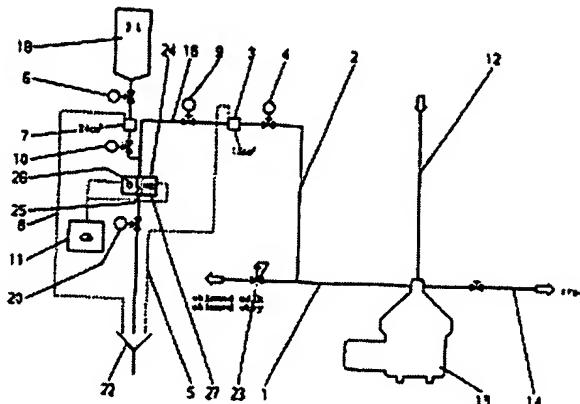
Also published as:
 WO03007700 (A1)
 EP1406485 (A1)
 US2004187711 (A1)
 EP1406485 (B1)

[Report a data error here.](#)

Abstract not available for DE10135073

Abstract of corresponding document: US2004187711

The invention relates to a method for monitoring, control and/or regulation of a centrifuge (13), for the centrifugal production of a milk product, whereby a device for carrying out the above takes a milk sample of a fluid phase exiting the centrifuge at an outlet from the centrifuge (13), a material for increasing the light transmission is added to the sample, the light transmittance of the milk sample is recorded, then the fat content determined and then said device monitors, controls and/or regulates the settings of the centrifuge (13), depending on the fat content determination.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ **Patentschrift**
⑯ **DE 101 35 073 C2**

⑮ Int. Cl.⁷:
B 04 B 5/10
A 01 J 11/00
B 04 B 13/00
G 01 N 33/06

⑯ Aktenzeichen: 101 35 073.2-23
⑯ Anmeldetag: 18. 7. 2001
⑯ Offenlegungstag: 13. 2. 2003
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 27. 11. 2003

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

Westfalia Separator AG, 59302 Oelde, DE

⑯ Vertreter:

Dipl.-Ing. A. Stracke & Kollegen, 33613 Bielefeld

⑯ Erfinder:

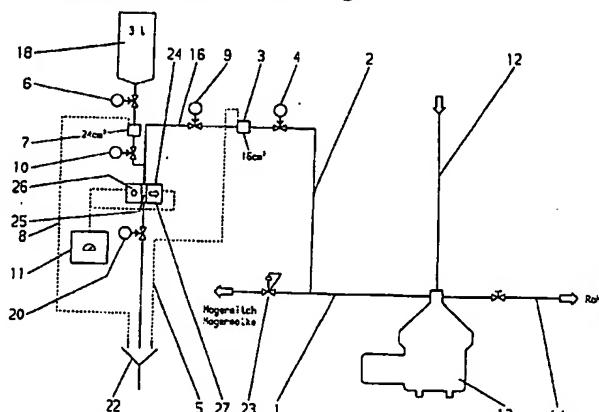
Zettler, Karl-Heinz, 59302 Oelde, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 195 03 065 C1
DE 43 02 165 C1
DE 44 07 061 A1
DE 42 18 555 A1
DE 40 17 398 A1
DE 35 39 485 A1
DE 25 31 141 A1

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung und Steuerung/Regelung einer Zentrifuge

- ⑯ Verfahren zur Überwachung und Steuerung/Regelung einer Zentrifuge bei der zentrifugalen Gewinnung eines Milchproduktes, bei welchem
 a) an einem Ablauf der Zentrifuge einer ablaufenden Flüssigkeitsphase eine Milchprobe, insbesondere eine Magermilchprobe, entnommen,
 b) der Milchprobe ein die Lichtdurchlässigkeit erhöhender Stoff zugesetzt,
 c) daraufhin die Lichtdurchlässigkeit der Milchprobe ermittelt und daraus mit einem Rechner der Fettgehalt bestimmt, und
 d) in Abhängigkeit von der Fettgehaltbestimmung die Einstellung der Zentrifuge automatisch mittels eines Rechners derart überwacht und gesteuert/geregelt wird, dass bei einer Verschlechterung des Entrahmungswertes eine Leerung oder eine CIP (Cleaning in Place) durchgeführt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung und Steuerung/Regelung einer Zentrifuge bei der zentrifugalen Gewinnung eines Milchproduktes.

[0002] Es ist bekannt, mit Hilfe von Zentrifugen beispielsweise Milch in Magermilch und Rahm aufzutrennen. Hierzu werden im allgemeinen Tellerseparatoren eingesetzt.

[0003] Bei der Aufteilung in Magermilch und Rahm ist es ein besonderes Ziel der zentrifugalen Trennung, den Fettgehalt in der Magermilch möglichst zu minimieren, um die wirtschaftliche Ausbeute des Verfahrens so optimal wie möglich zu gestalten.

[0004] Leider ist die Bestimmung des Fettgehaltes von Rahm oder Magermilch relativ problematisch, da die Magermilch oder der Rahm eine weiße Färbung aufweisen, so daß Verfahren zur Bestimmung der Lichtdurchlässigkeit der Magermilch – wie nach der Erfindung vorgesehen – zur Bestimmung des Fettgehaltes nicht zum Einsatz kommen können, sondern nur andere aufwendige (Labor-)Verfahren wie das von Röse-Gottlieb und das von Mojonier mit Genauigkeiten bzw. einer Reproduzierbarkeit von 0,03% und 0,015%.

[0005] Die DE 195 03 065 C1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur zentrifugalen Entkeimung von Milch, bei dem die Milch dem Zulauf einer selbstentleerenden Schleudertrömmel zugeführt wird, in deren Konzentratraum sich das abgeschleuderte keimhafte Konzentrat ansammelt, von dessen mittleren Bereich eine Teilmenge keimarmes Konzentrat aus der Schleudertrömmel abgeleitet und in den Zulauf der Schleudertrömmel zurückgeleitet wird, wobei das restliche keimreiche Konzentrat über im Trommelmantel vorgesehene Austragsöffnungen intermittierend ausgetragen wird. Dabei wird die Dichte des keimarmen Konzentrats durch eine Meßzelle erfaßt und an ein Auswertegerät übermittelt, das bei Überschreitung eines vorgegebenen Grenzwertes den Austrag des keimreichen Konzentrats über ein Steuergerät auslöst.

[0006] Aus der DE 44 07 061 A1 ist ferner ein Standardisierungsverfahren bekannt, bei dem zur Fettgehaltsteuerung von Milchflüssigprodukten eine Messung des effektiven Fettgehaltes durchgeführt wird. Der eigentliche Standardisierungsvorgang besteht darin, zunächst den effektiven Fettgehalt möglichst genau zu bestimmen und ihn dann auf einen gewünschten Wert, den Wert der standardisierten Milch, genau einzustellen, ohne diesen Wert zu stark zu übersteigen und keinesfalls zu unterschreiten. Der Fettgehalt wird dabei über ein steuerbares Ventil für Rahmen und/oder mindestens ein steuerbares Ventil für Magermilch gesteuert, um einen gewünschten Fettgehalt einzustellen. Das kontinuierliche Meßverfahren für die Erfassung des Fettgehaltes vorzugsweise standardisierter Milch kann auch das Anzeigen von Alarmzuständen beinhalten sowie das automatische Anzeigen von Konzentrationshoch-/tiefalarm bei Überschreiten der Bereichsgrenze usw. Mit dem Verfahren ist nach den Angaben in dieser Entgegenhaltung eine Standardisierungsgenauigkeit von $\pm 0,02$ Prozent Fett der standardisierten Milch bereits nach einem Vorgang von fünf Minuten erreichbar. Die Sensoren kann IR-Leuchtdioden aufweisen sowie Fotozellen, die in einem integralen glasfaserverstärkten Epoxidgußharzsensorkörper untergebracht sind.

[0007] Aus der DE 42 18 555 A1 ist ein Verfahren zur chemischen Vorbehandlung von Milch zur Bestimmung verschiedener Qualitätsmerkmale durch optische Methoden bekannt, bei denen störende, die Trübung verursachende Milchbestandteile durch Behandlung mit wäßrigen Salzlösungen in Gegenwart eines Tensids im neutralen pH-Be-

reich bei Temperaturen von 40 bis 60°C solubilisiert und damit eine optische Untersuchung der völlig klaren Probe im Labor ermöglicht wird. Damit sind die Laborverfahren zur chemischen Untersuchung der Qualität von Milch automatisierbar.

[0008] Die Erfindung hat vor diesem Hintergrund die Aufgabe, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung und Steuerung/Regelung einer Zentrifuge bei der zentrifugalen Gewinnung eines Milchproduktes zu schaffen, mit welchen die Überwachung und Steuerung/Regelung vereinfacht und eine möglichst genaue Bestimmung des Fettgehaltes zur Minimierung der Anzahl von Entleerungen und/oder Reinigungen möglich wird.

[0009] Die Erfindung löst diese Aufgabe in Hinsicht auf das Verfahren durch den Gegenstand des Anspruches 1 und in Hinsicht auf die Vorrichtung durch den Gegenstand des Anspruches 7.

[0010] Anders als beim Stand der Technik wird in Abhängigkeit von der Fettgehaltbestimmung die Einstellung der Zentrifuge automatisch mittels eines Rechner derart überwacht und gesteuert/geregelt, daß bei einer Verschlechterung des Entrahmungswertes eine Leerung oder eine CIP (Cleaning in Place) durchgeführt wird. Dabei ist eine Reproduzierbarkeit im Bereich von 1/1000 möglich. Realistisch erscheint sogar möglicherweise eine Reproduzierbarkeit von weniger als 0,005 Prozent.

[0011] Insbesondere wird die Lichtdurchlässigkeit der Flüssigkeitsphase, insbesondere der Magermilch dadurch erhöht, daß der Milchprobe ein den pH-Wert erhöhender Stoff – eine geeignete alkalische Lösung – zugesetzt wird. Daraufhin kann die Lichtdurchlässigkeit mittels einfachen Durchleuchtens der Milchprobe mit einer Lichtquelle und einer der Milchprobe zugeordneten Fotozelle ermittelt werden.

[0012] Die Erfindung hat den besonderen Vorteil, daß es durch Zusatz des den pH-Wert erhöhenden Stoffes auf einfache Weise möglich wird, die Lichtdurchlässigkeit der weißen Probe so stark zu erhöhen, daß es überraschend möglich wird, ein optisches Verfahren zur Bestimmung des Fettgehaltes einzusetzen. Dabei wird die Fettgehaltbestimmung automatisiert mit einem Rechner z. B. in Intervallen durchgeführt. Der Rechner ist wiederum mit den Steuereingängen der eigentlichen Zentrifugensteuerung verbunden, oder wird sogar zur Steuerung der Zentrifuge benutzt, so dass es möglich ist, die Informationen nicht nur zur Überwachung der Einstellung der Zentrifuge, sondern auch zu deren Steuerung und/oder auch zur Regelung in Abhängigkeit von der Fettgehaltbestimmung zu nutzen. Es ist aber auch eine manuelle Überwachung durch eine ein Anzeigegerät ablesende Person realisierbar.

[0013] Vorteilhaft wird die Lichtdurchlässigkeit der Flüssigkeitsphase, insbesondere der Magermilch, dadurch erhöht, dass der den pH-Wert erhöhende Stoff derart bemessen und zugesetzt wird, daß der pH-Wert der Milchprobe auf 11–14, vorzugsweise 12–13 und besonders zweckmäßig auf 13 erhöht wird.

[0014] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind den übrigen Unteransprüchen zu entnehmen.

[0015] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnungen näher beschrieben.

[0016] Es zeigt:

[0017] Fig. 1 eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Überwachung, Steuerung und/oder Regelung einer Zentrifuge,

[0018] Fig. 2 ein Diagramm zur Veranschaulichung der Reproduzierbarkeit der Meßergebnisse sowie

[0019] Fig. 3 ein Diagramm zur Veranschaulichung des Verhältnisses vom Fettgehalt zum Anzeigewert der Foto-

zelle.

[0020] Fig. 1 zeigt eine als Tellerseparatör 13 ausgebildete Zentrifuge mit einem Zulauf 12 sowie einem Ablauf 14 für Rahm und einem Ablauf 1 für Magermilch. Nach der zentrifugalen Auf trennung des zulaufenden Milchproduktes in Rahm und Magermilch ist es möglich, über eine in den Ablauf 1 der Zentrifuge geschaltete Probeentnahmleitung 2 dem Ablauf 1 der Zentrifuge Magermilch zu entnehmen und diese in einen ersten Vorratsbehälter 3 zu leiten. Die Entnahme erfolgt vor dem der Zentrifuge zugeordneten bzw. hier nachgeschalteten Regel- bzw. -Konstanddruckventil 23, um die Milchprobe aus einem weitgehend schaumfreien Bereich zu entnehmen.

[0021] Dem Vorratsbehälter 3 ist ein Ventil 4 vorgeschaltet, welches bei der Befüllung des Vorratsbehälters 3 so lange geöffnet wird, bis Magermilch über ein dem Vorratsbehälter zugeordnetes Entlüftungsrohr 5 austritt, welches in den Auffangbehälter 22 mündet. Die Größe des ersten Vorratsbehälters 3 bestimmt das Volumen, welches zur Messung erforderlich ist bzw. genutzt wird.

[0022] Dem ersten Vorratsbehälter 3 ist ein weiteres Ventil 9 zum Ableiten der Magermilchprobe aus dem Vorratsbehälter 3 nachgeschaltet. Das Ventil 9 am Ablauf des Vorratsbehälters 3 ist über eine Leitung 16 mit einer Meßzelle 24 verbunden, welche aus einem Probenaufnahmehälter 25, einer Lichtquelle 26 und einer Photozelle 27 besteht, wobei die Meßzelle mit einer Auswertungs- und/oder Anzeigeeinrichtung 11 (z. B. ein Rechner, der auch die Messungen steuert) verbunden sind.

[0023] Der Meßzelle 24 ist ferner aus einem zweiten Vorratsbehälter 18 eine Flüssigkeit zur Erhöhung des pH-Wertes der aus dem Vorratsbehälter 3 abgeleiteten Milchprobe vorgeschaltet. Aus dem Vorratsbehälter 18 ist die den pH-Wert erhöhende Flüssigkeit bzw. der den pH-Wert erhöhende Stoff über ein automatisches Ventil 6 in einen dritten Vorratsbehälter 7 leitbar. Wiederum bestimmt die Größe des dritten Vorratsbehälters 7 das benötigte Volumen. Der Vorratsbehälter 7 ist gefüllt, wenn aus einer dem Vorratsbehälter 7 zugeordneten Überlaufbohrung 8, welche in den Auffangbehälter 22 führt, Flüssigkeit austritt.

[0024] Sobald die beiden Vorratsbehälter 7 und 3 gefüllt sind, werden die den beiden Vorratsbehältern 7 und 3 nachgeschalteten Ventile 9 und 10 geöffnet. Dies bewirkt, daß die in den Vorratsbehältern 3 und 7 enthaltenen Flüssigkeiten über die Ventile 9 und 10 in den Probenaufnahmehälter 25 strömen und sich dort vermischen. Durch die Zugabe des Stoffes aus dem dritten Vorratsbehälter 7 wird der pH-Wert der Magermilch so angehoben, dass die Struktur des in der Magermilch befindlichen Eiweißes sich so ändert, daß eine Lichtdurchlässigkeit der Milchprobe erreicht wird.

[0025] Vorteilhaft beträgt das Mengenverhältnis aus den Vorratsbehältern 2 und 7 2 : 3, wenn eine geeignete alkalische Lösung zur pH-Wert-Erhöhung eingesetzt wird.

[0026] Anhand dieser Lichtdurchlässigkeit wird jetzt der Restfettgehalt bestimmbar. Hierzu wird die Lichtdurchlässigkeit ermittelt, was mittels eines Bestrahlens der Milchprobe mit der Lichtquelle 26 und der relativ zur Lichtquelle hinter der Meßzelle angeordneten Photozelle 27 erfolgt (hier nicht dargestellt).

[0027] Empirisch kann eine entsprechende Tabelle, welche die Abhängigkeit der Lichtdurchlässigkeit von Restfettgehalt angibt, ermittelt und dann in einem Rechner abgespeichert werden, so daß nach der Messung der Lichtdurchlässigkeit der Milchprobe die Trübung und damit der Fettgehalt anhand eines Vergleiches mit der abgespeicherten Tabelle bestimmt werden. Durch eine entsprechende Justierung ist es sogar denkbar, der Auswertungs- und/oder Anzeigeeinrichtung 11 direkt mit einer Skala zu versehen, wel-

che den Restfettgehalt anzeigt, wenn dort eine zur Lichtdurchlässigkeit proportionale Anzeige realisiert wird. Auf diese Weise wird die Auswertung der Fettgehaltbestimmung weiter vereinfacht. Dass diese Anzeige realisierbar ist, zeigt

5 Fig. 3, welche die Temperaturabhängigkeit der Messungen und die Proportionalität zwischen der Fotozellenanzeige und dem Restfettgehalt veranschaulicht.

[0028] Schwache, fast kristallklare Magermilchproben weisen beispielsweise einen Restgehalt von ca. 0,05 Prozent Fett auf. Eine starke Trübung läßt dagegen auf einen Restfettgehalt von ca. 0,15 Prozent schließen.

[0029] Nach der Messung wird die Milchprobe aus der Meßzelle 24 beispielsweise über ein Ventil 20 in den Auffangbehälter 22 abgeleitet.

15 [0030] Anhand des Meßergebnisses kann die Einstellung der Zentrifuge bei Abweichungen vom Sollwert automatisch mittels eines an die Meßzelle und die Tellerzentrifuge 13 angeschlossenen Rechners (hier nicht dargestellt) geändert werden.

20 [0031] Fig. 2 verdeutlicht, daß eine Reproduzierbarkeit im Bereich von 1/1000 möglich ist. Diese Genauigkeit macht es möglich, die neue Meßmethode zum Steuern und/oder Regeln von Separatoren einzusetzen. Bei einer Verschlechterung des Entrahmungswertes können eine volle Leerung oder eine CIP durchgeführt werden. Realistisch erscheint sogar möglicherweise eine Reproduzierbarkeit von weniger

25 als 0,005%.

Bezugszeichenliste

- 30 1 Ablauf
- 2 Probeentnahmleitung
- 3 Vorratsbehälter
- 4 Ventil
- 35 5 Entlüftungsrohr
- 6 Ventil
- 7 Vorratsbehälter
- 8 Überlaufrohr
- 9 Ventil
- 40 10 Ventil
- 11 Auswertungs- und/oder Anzeigeeinrichtung
- 12 Zulauf
- 13 Tellerseparatör
- 14 Ablauf
- 45 16 Leitung
- 18 Vorratsbehälter
- 20 Ventil
- 22 Auffangbehälter
- 23 Konstanddruckventil
- 50 24 Meßzelle
- 25 Probenaufnahmehälter
- 26 Lichtquelle
- 27 Photozelle

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung und Steuerung/Regelung einer Zentrifuge bei der zentrifugalen Gewinnung eines Milchproduktes, bei welchem

- a) an einem Ablauf der Zentrifuge einer ablaufenden Flüssigkeitsphase eine Milchprobe, insbesondere eine Magermilchprobe, entnommen,
- b) der Milchprobe ein die Lichtdurchlässigkeit erhöhender Stoff zugesetzt,
- c) daraufhin die Lichtdurchlässigkeit der Milchprobe ermittelt und daraus mit einem Rechner der Fettgehalt bestimmt, und
- d) in Abhängigkeit von der Fettgehaltbestim-

- mung die Einstellung der Zentrifuge automatisch mittels eines Rechners derart überwacht und gesteuert/geregelt wird, dass bei einer Verschlechterung des Entrahmungswertes eine Leerung oder eine CIP (Cleaning in Place) durchgeführt wird. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtdurchlässigkeit der Milchprobe dadurch erhöht wird, dass der Milchprobe ein den pH-Wert erhöhender Stoff zugesetzt wird. 10
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtdurchlässigkeit der Milchprobe dadurch erhöht wird, dass der den pH-Wert erhöhende Stoff derart bemessen und zugesetzt wird, dass der pH-Wert der Milchprobe auf 11–14 erhöht wird. 15
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtdurchlässigkeit der Milchprobe dadurch erhöht wird, dass der den pH-Wert erhöhende Stoff derart bemessen und zugesetzt wird, dass der pH-Wert der Milchprobe auf 12–13 erhöht wird. 20
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtdurchlässigkeit der Milchprobe, dadurch erhöht wird, dass der den pH-Wert erhöhende Stoff derart bemessen und zugesetzt wird, dass der pH-Wert der Milchprobe auf 13 erhöht wird. 25
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtdurchlässigkeit der Milchprobe mittels eines Durchleuchtens der Milchprobe mit einer Lichtquelle und eines Messens der Lichtintensität mit einer der Milchprobe zugeordneten Photozelle ermittelt wird. 30
7. Vorrichtung zur Überwachung und Steuerung/Regelung einer Zentrifuge bei der zentrifugalen Gewinnung eines Milchproduktes, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit 35
- a) einem Tellerseparator (13),
 - b) einer Einrichtung mit einer Probeentnahmleitung (2) und einem Vorratsbehälter (3) zur Entnahme einer Milchprobe einer Flüssigkeitsphase, insbesondere Magermilch, aus einem Ablauf des Tellerseparators (13), 40
 - c) einer Einrichtung (6, 10) zum Zusetzen eines die Lichtdurchlässigkeit erhöhenden Stoffes zur Milchprobe,
 - d) einer Einrichtung zur Ermittlung der Lichtdurchlässigkeit der Milchprobe mit einer Meßzelle (24), einem Probenaufnahmehälter (25), einer Lichtquelle (26) und einer Photozelle (27), und 45
 - e) einem Rechner zur automatischen Bestimmung des Fettgehaltes (27) und zur automatischen Leerung oder CIP (Cleaning in Place) des Tellerseparators (13) in Abhängigkeit von der Fettgehaltsbestimmung bei einer Verschlechterung des Entrahmungswertes. 50
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Probeentnahmleitung (2) über ein Ventil (4) in den Vorratsbehälter (3) mündet. 55
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Probeentnahmleitung (2) vor ein Konstanddruckventil (23) der Zentrifuge geschaltet ist. 60
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorratsbehälter (3) für die Milchprobe über ein weiteres Ventil (9) mit der optischen Meßzelle (24) verbunden ist. 65
11. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Meßzelle (24) ferner mindestens ein weiterer Vorratsbehälter (18) zur Aufnahme des Stoffes zur Erhöhung des pH-Wertes der Milchprobe vorgeschaltet ist.
12. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Meßzelle (24) den Probenaufnahmehälter (25), die Lichtquelle (26) und die Photozelle (27) aufweist. 70
13. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Meßzelle (24) eine Auswertungs- und/oder Anzeigeeinrichtung (11) zugeordnet ist. 75
14. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertungs- und/oder Anzeigeeinrichtung (11) mit einer Skala versehen ist, welche direkt den Restfettgehalt der Milchprobe anzeigt. 80

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

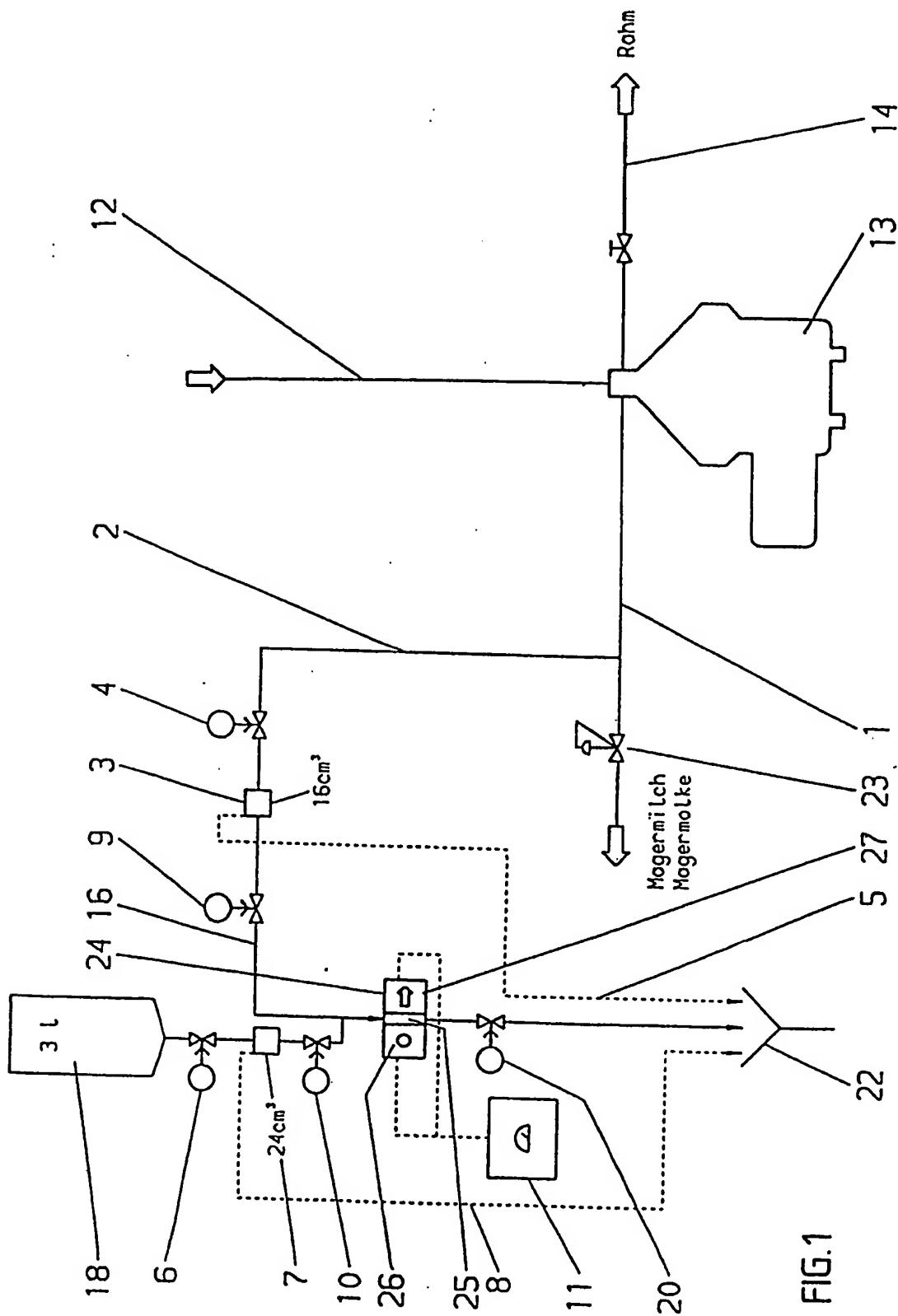


FIG. 1

Überprüfung der Reproduzierbarkeit
Testmilch 0,05 / 0,07 / 0,08

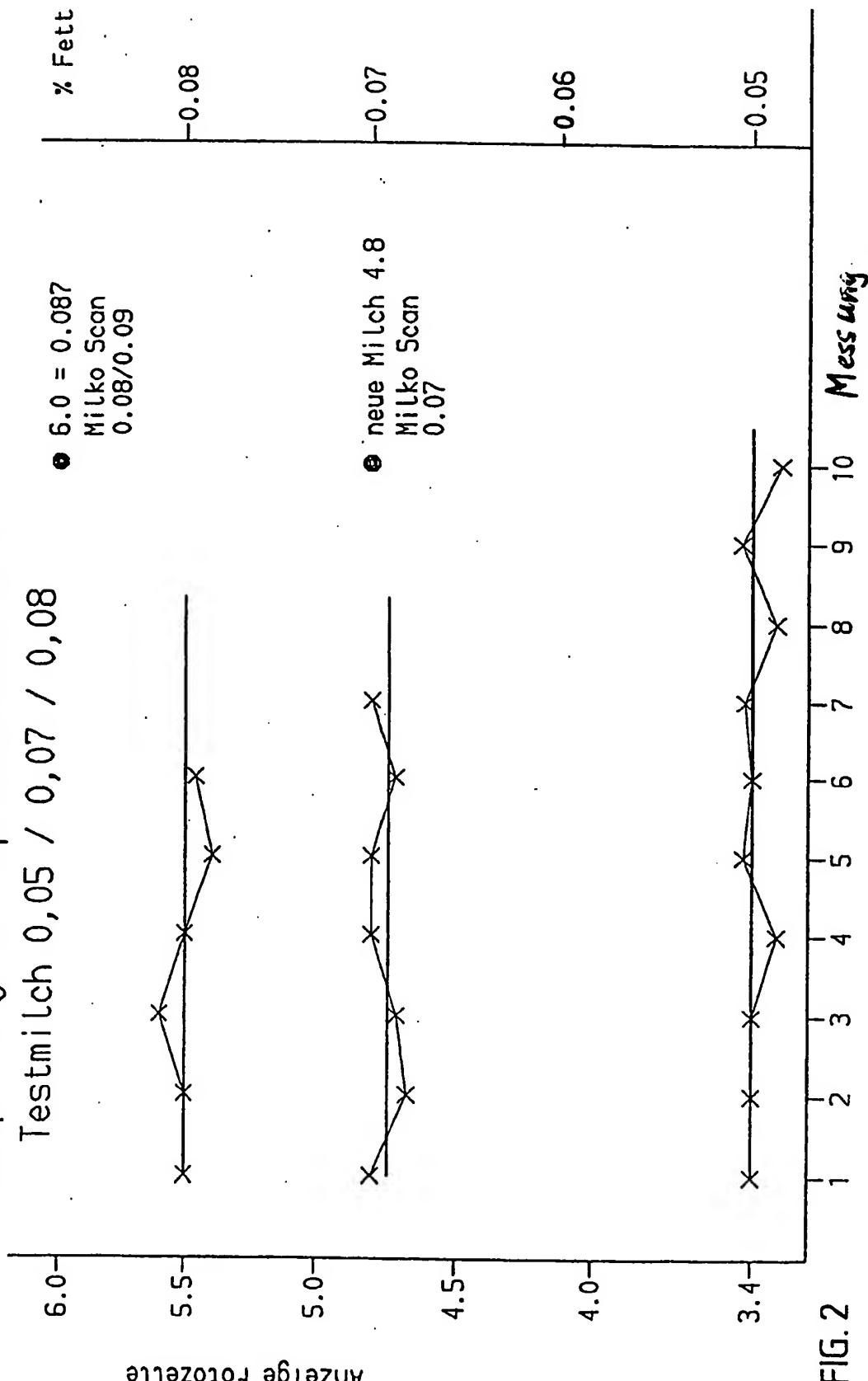


FIG. 2

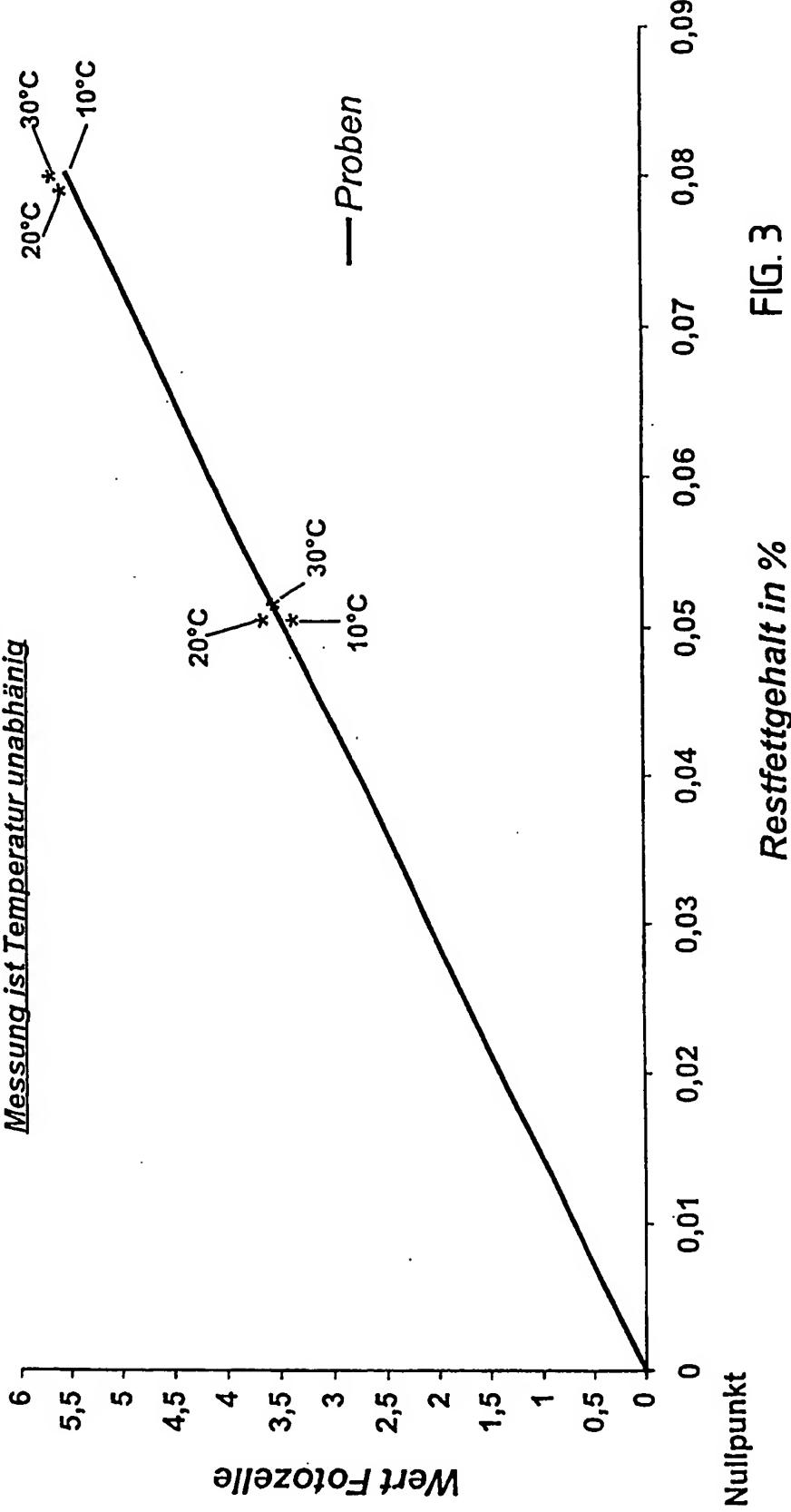
Auswertung Magermilch mit FotozelleEinstellwert "1"Messung bei unterschiedlichen TemperaturenMessung ist Temperatur unabhängig

FIG. 3